

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-175028

(43)Date of publication of application : 24.06.1994

(51)Int.CI.

G02B 19/00

(21)Application number : 04-323193

(22)Date of filing : 02.12.1992

(71)Applicant : NIKON CORP

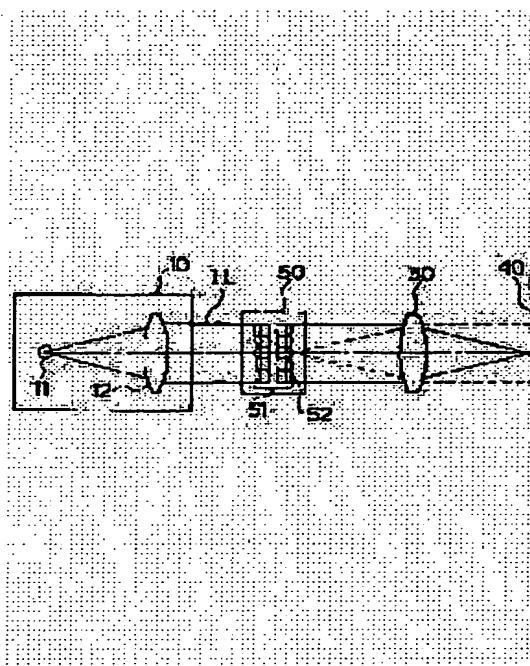
(72)Inventor : NAMIKAWA TOSHIYUKI  
UCHIDA GEN  
SAITO MICHIAKI

## (54) ILLUMINATION OPTICAL DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To illuminate a substance to be illuminated with uniform illuminance distribution even in the case the wavelength band of illuminating light used is wide.

**CONSTITUTION:** The illuminating light from a light source 11 is changed to nearly parallel luminous flux by an input lens 12 and made incident on a secondary light source forming system 50. The system 50 is constituted by bundling many lens elements 51, and a light beam from a secondary light source 52 formed of the respective lens elements 51 passes through a condenser lens system 30 and illuminates the object 40 to be illuminated in a superposed state. The lens element 51 has the plural lens having different dispersion.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.08.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-175028

(43)公開日 平成6年(1994)6月24日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 0 2 B 19/00

識別記号 庁内整理番号  
8106-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全5頁)

(21)出願番号 特願平4-323193

(22)出願日 平成4年(1992)12月2日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者

浪川 敏之

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72)発明者 内田 玄

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72)発明者 斎藤 道明

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

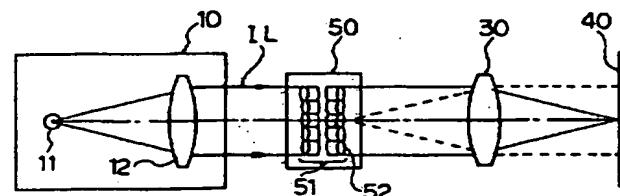
(74)代理人 弁理士 大森 賴

(54)【発明の名称】 照明光学装置

(57)【要約】

【目的】 使用する照明光の波長帯域が広い場合でも、被照明物体上を均一な照度分布で照明する。

【構成】 光源11からの照明光がインプットレンズ12でほぼ平行光束に変換されて、2次光源形成系50に入射する。2次光源形成系50は多數のレンズエレメント51を束ねて構成され、各レンズエレメント51により形成された2次光源52からの光が、コンデンサーレンズ系30を経て重畳的に被照明物体40を照明する。レンズエレメント51は、分散の異なる複数のレンズを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の波長域の照明光を発生する光源と、それぞれ前記照明光より2次光源を形成する複数の微小レンズエレメントを束ねてなる2次光源形成手段と、該2次光源形成手段により形成される多数の2次光源からの照明光をそれぞれ集光して重疊的に被照射面を照明するコンデンサーレンズ系とを有し、前記2次光源形成手段を構成する複数の微小レンズエレメントのそれぞれを、複数の分散の異なる光学材料より形成し、前記2次光源形成手段にて色収差を補正した事を特徴とする照明光学装置。

【請求項2】 前記複数の微小レンズエレメントはそれぞれ、互いに分散が異なる正レンズと負レンズとを接合した少なくとも1つの接合レンズ成分を有し、前記正レンズの分散を $v_1$ 、前記負レンズの分散を $v_2$ とするとき、

$$|v_1 - v_2| > 5$$

の条件を満足する事を特徴とする請求項1記載の照明光学装置。

【請求項3】 前記複数の微小レンズエレメントのそれぞれの全長をD、前記接合レンズ成分の接合面の曲率半径をrとするとき、

$$0.01 < |r| / D < 5$$

の条件を満足することを特徴とする請求項2記載の照明光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光源を使って対象物を均一に照明するための照明光学装置に関し、例えば投影露光装置の照明光学系として使用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をリソグラフィ工程で製造する場合に、フォトマスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターン像を投影光学系を介して感光基板上に転写する投影露光装置が使用されている。斯かる投影露光装置において、感光基板上にレチクルのパターン像を良好な状態で露光するためには、そのレチクルを均一な照度分布の露光光で照明する必要がある。そのため従来より、投影露光装置においてレチクルを均一な照度で照明するための照明光学系として、各種の照明光学装置が提案されている。

【0003】 従来の照明光学装置の一例は、例えば特開昭56-81813号公報に開示されているように、光源として超高圧水銀灯を用い、この光源からの光を楕円鏡で集めて、更に1個の多数光源像形成手段としてのオプティカルインテグレータで照度分布を均一化するものである。また、照度分布の均一性をより高めるために、特開昭58-147708号公報に開示される如く、2

個の直列配置されたオプティカルインテグレータを用いたものも知られている。

【0004】 図5は従来の照明光学装置の一例を示す概略図であり、この図5において、光源系10内の光源11から射出された照明光は、インプットレンズ12によりほぼ平行な照明光ILに変換される。その照明光ILがオプティカルインテグレータ、即ち2次光源形成手段としてのフライアイレンズ20に入射する。フライアイレンズ20は多数のレンズエレメント21を束ねて形成され、各レンズエレメント21はそれぞれ単一のレンズとなる。そのフライアイレンズ20の後側（被照射物側）焦点面に、それらレンズエレメント21の個数と同じ数の照明光ILの2次光源22が形成される。

【0005】 多数の2次光源22から射出された照明光は、コンデンサーレンズ系30によりそれぞれほぼ平行光束に変換されて被照明物体（例えばレチクル）40を照明する。被照明物体40上では多数の2次光源22からの照明光が重疊されるので、照度分布が均一化される。また、従来の投影露光装置で使用される露光光の波長帯域は比較的狭く、オプティカルインテグレータとしてのフライアイレンズ20においては、特に色収差を考慮する必要がなかった。そのため、フライアイレンズ20を構成する各レンズエレメント21はそれぞれ単レンズであっても、特に色収差については問題が無かった。

【0006】 その単レンズよりなるレンズエレメント21の諸元の一例を示すと、レンズエレメント21の焦点距離fは4.8mm、開口数（N.A.）は0.3である。また、レンズエレメント21は一例として両凸の単レンズであり、この両凸単レンズの両面の曲率は2.48mm、面間隔は7.3mm、屈折率は1.51680、分散vdは64.103である。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 従来の照明光学装置では狭帯域化された光束を利用しているため、色収差による照度の不均一性についての問題は存在しない。ところが、広帯域の露光光に対して、従来の単レンズを束ねた構成のフライアイレンズを使用した場合には、或る波長の近傍において良好な照度均一性を持つようにフライアイレンズを設計しても、それから離れた波長帯においては、必ずしも最良の条件とはならないという不都合があった。

【0008】 例えば図5の従来の照明光学装置においては、図6(a)に示すように、C線(656.3nm)における被照明物体面での照度分布は均一化されているが、図6(b)に示すように、g線(435.8nm)における照度分布は悪化している。また、照明光学装置としては、光源から射出される照明光を高い効率で被照明物体上に導くことが望ましい。

【0009】 本発明は斯かる点に鑑み、使用する照明光の波長帯域が広くとも被照明物体上を効率良く且つ均一

な照度分布で照明できる照明光学装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による照明光学装置は、例えば図1及び図2に示す如く、所定の波長域の照明光を発生する光源(11)と、それぞれその照明光より2次光源(52)を形成する複数の微小レンズエレメント(51)を束ねてなる2次光源形成手段(50)と、2次光源形成手段(50)により形成される多数の2次光源(52)からの照明光をそれぞれ集光して重畳的に被照射面(40)を照明するコンデンサーレンズ系(30)とを有し、2次光源形成手段(50)を構成する複数の微小レンズエレメント(51)のそれぞれを、複数の分散の異なる光学材料( $L_{11}$ ～ $L_{22}$ )より形成し、2次光源形成手段(50)にて色収差を補正したものである。

【0011】この場合、それら複数の微小レンズエレメント(51)はそれぞれ、互いに分散が異なる正レンズ( $L_{11}$ )と負レンズ( $L_{12}$ )とを接合した少なくとも1つの接合レンズ成分( $L_1$ )を有し、正レンズ( $L_{11}$ )の分散を $v_1$ 、負レンズ( $L_{12}$ )の分散を $v_2$ とするとき、次の条件を満足することが望ましい。

$$|v_1 - v_2| > 5 \quad (1)$$

【0012】更に、それら複数の微小レンズエレメント(51)のそれぞれの全長をD、その接合レンズ成分( $L_1$ )の接合面の曲率半径を $r_2$ とするとき、次の条件を満足することが望ましい。

$$0.01 < |r_2| / D < 5 \quad (2)$$

【0013】

【作用】斯かる本発明によれば、照明光を複数に分割してこの複数の分割光を被照明面に重畳的に均一照明する機能を持つ2次光源形成手段において、色収差補正の機能を担わせることに着目し、複数の分散の異なった光学材料を用いて、2次光源形成手段を構成する微小レンズエレメント(51)を形成して、各微小レンズエレメント(51)でそれぞれ色収差補正を行うようしている。従って、照明光の波長域が広い場合でも、被照射面(40)における照度均一性が良好であり、照明効率も良好である。

【0014】また、上記の条件(1)を満足することにより、色収差補正の効果が大幅に大きくなり、被照射面(40)では、広い波長域に亘って均一な照度分布(光強度分布)を得ることができる。更に、上記の条件(2)の下限を超えた場合には、接合レンズ成分( $L_1$ )の接合面の曲率半径 $r_2$ が小さくなり過ぎて、色収差の補正が困難となるばかりか、そのように接合面の曲率半径が小さい接合レンズを製造することは困難である。一方、その条件(2)の上限を超えた場合には、色収差の補正が難しくなるばかりか、コンデンサーレンズ系(30)における収差補正上の負荷が大きくなる。そ

の結果として、被照射面(40)上で均一な照度分布を得ることが困難となる。

【0015】

【実施例】以下、本発明による照明光学装置の第1実施例につき図1～図3を参照して説明する。図1は本実施例の照明光学装置の概略構成を示し、この図1において、光源系10の光源11から射出された照明光は、インプットレンズ12によりコリメートされ、光源系10から射出されるほぼ平行な照明光11が、2次光源形成系50に入射する。この2次光源形成系50は、一種のフライアイレンズとみなせるが、従来のフライアイレンズとは異なり、2次光源形成系50を構成する各レンズエレメント51が、それぞれ複数のレンズより構成されている。

【0016】即ち、2次光源形成系50は、多数の同一のレンズエレメント51を束ねて構成され、レンズエレメント51は、それぞれ複数のレンズより構成されている。その2次光源形成系50を構成する各レンズエレメント51の後側(被照明物体40側)焦点面には、それぞれ照明光11の2次光源52が形成され、多数の2次光源52から射出される照明光が、それぞれコンデンサーレンズ系30を経て重畳的に被照明物体40上を照明する。それら2次光源52は、コンデンサーレンズ系30の入射瞳上に形成され、被照明物体40上ではそれら2次光源52からの照明光によりケーラー照明が行われる。これにより、被照明物体40上の照明光の照度分布は均一化される。次に、2次光源形成系50を構成するレンズエレメント51の諸元の一例について説明する。

【0017】図2は本例の2次光源形成系50を示し、この図2に示すように、2次光源形成系50を構成する複数のレンズエレメント51は、それぞれ光源系10側より順に、両凸正レンズ $L_{11}$ と光源系10側に凹面向けた負メニスカスレンズ $L_{12}$ とを貼り合わせてなる第1の接合レンズ $L_1$ と、負メニスカスレンズ $L_{21}$ と両凸正レンズ $L_{22}$ とを貼り合わせてなる第2の接合レンズ $L_2$ とを有する。後者の第2の接合レンズ $L_2$ は、接合レンズ $L_1$ と $L_2$ との間に面に関して前者の第1の接合レンズ $L_1$ に対称である。また、負メニスカスレンズ $L_{12}$ と $L_{21}$ とは同じ光学材料より形成され、両凸正レンズ $L_{11}$ と $L_{22}$ とは同じ光学材料より形成されている。そして、両凸正レンズ $L_{11}$ 、 $L_{22}$ の分散と負メニスカスレンズ $L_{12}$ 、 $L_{21}$ の分散とは異なっている。

【0018】以下の表1にそのレンズエレメント51の諸元の値を掲げる。表1において、光源系10側から第*i*面( $i = 1, 2, \dots$ )のレンズ面の曲率半径を $r_i$ 、第*i*面と第( $i+1$ )面とのレンズ面間隔を $d_i$ 、第*i*面と第( $i+1$ )面との間の媒質のアッペ数を $v_{di}$ 、第*i*面と第( $i+1$ )面との間の媒質のd線( $\lambda = 587, 6nm$ )に対する屈折率を $n_{di}$ とする。また、レンズエレメント51の全系の焦点距離 $f$ は4.8

mm、開口数 (N.A.) は 0.3 である。

【0019】

【表1】

表1 第1実施例の諸元

i	r <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	v <sub>di</sub>	n <sub>di</sub>
1	+3.8	1.5	64.103	1.51680
2	-2.3	2.0	36.270	1.62004
3	-6.3	1.6		1.00000
4	+6.3	2.0	36.270	1.62004
5	+2.3	1.5	64.103	1.51680
6	-3.8			

【0020】図3は、表1のレンズエレメント51より構成される2次光源形成系50を用いた第1実施例の照明光学装置によって、被照明物体40上を照明した場合の被照明物体40上での照度分布を示す。図3(a)は照明光がC線(656.3nm)の場合の照度分布、図3(b)は照明光がg線(435.8nm)の場合の照度分布を示し、両者共に被照明物体40上の照明光学装置の光軸を中心としたその光軸に垂直な方向の照度分布を示す。この図3の照度分布と、従来例による図6の照度分布とを比較することにより、本実施例では長波長側でも短波長側でも均一な照度分布が得られることが分かる。

【0021】次に、本発明の第2実施例につき説明する。本例の照明光学装置は図1と同様の構成であり、2次光源形成系50は図2と同様のレンズエレメント51より構成されている。以下の表2に、本実施例のレンズエレメント51の諸元を示す。また、第2実施例のレンズ

v <sub>d1</sub> - v <sub>d2</sub>	v <sub>d5</sub> - v <sub>d4</sub>	r <sub>2</sub>   / D	r <sub>5</sub>   / D
第1実施例 27.833	27.833	0.267	0.267
第2実施例 35.762	35.762	0.419	0.419

【0026】なお、上記実施例では照明光の波長帯域は可視光域であるが、本発明はこれに限られるものではなく、可視近赤外域でも良く、さらには種々の波長帯域の露光装置の照明光学系にも同様に適用することができる。更に、上述の各実施例では、各レンズエレメント51を接合レンズで構成する事によって色収差を補正する例を示したが、例えば、各レンズエレメント51を正・負・正のトリプレットタイプのレンズ構成とし、正の屈折力の第1フライアイレンズと、負の屈折力の第2フライアイレンズと、正の屈折力の第3フライアイレンズとを直列的に配置した構成を採用すれば、接合レンズを用いなくても色収差を補正する事ができる。

【0027】また、図1に示した構成は、分かり易くするために展開光路図としたものであり、実際の装置においては、所望の位置に反射部材を設けて光路を折り曲げ、装置全体を小型に構成することが望ましいことは言うまでもない。更に、図2に示したレンズエレメント51は、2つの硝子部材を組み合わせた構成を前提にして

ズエレメント51の全系の焦点距離fは4.81mm、開口数 (N.A.) は 0.3 である。

【0022】

【表2】

表2 第2実施例の諸元

i	r <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	v <sub>di</sub>	n <sub>di</sub>
1	+4.0	1.6	64.103	1.51680
2	-3.76	2.0	28.341	1.72825
3	-6.5	1.78		1.00000
4	+6.5	2.0	28.341	1.72825
5	+3.76	1.6	64.103	1.51680
6	-4.0			

【0023】図4は、表2のレンズエレメント51より構成される2次光源形成系50を用いた第2実施例の照明光学装置によって、被照明物体40上を照明した場合の被照明物体40上での照度分布を示す。図4(a)は照明光がC線(656.3nm)の場合の照度分布、図4(b)は照明光がg線(435.8nm)の場合の照度分布を示し、本実施例においても長波長側でも短波長側でも均一な照度分布が得られることが分かる。

【0024】また、本発明では上述の条件(1)及び(2)が満足されるのが好ましいとされているが、以下の表3に条件(1)及び(2)に対する各実施例のデータを示す。なお、第1実施例のレンズエレメント51の全長Dは8.6mm、第2実施例のレンズエレメント51の全長Dは8.98mmである。

【0025】

【表3】

いるが、これらを複数の分散の異なるプラスチック部材で構成してもよい。また、例えば接合レンズL1を形成する2個のレンズは、一体成形の毎き加工方法をもって一体となすことも可能である。

【0028】なお、本発明は上述実施例に限定されず本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、複数の微小レンズエレメントのそれぞれが、複数の分散の異なる光学材料を有するので、使用する照明光の波長帯域が広くとも被照明物体上を効率良く且つ均一な照度分布で照明できる利点がある。また、条件(1)を課した場合には、色収差補正の効果が大幅に大きくなる。更に、条件(2)を課した場合には、コンデンサーレンズ系に対する色収差補正の負荷を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による照明光学装置の実施例を示す概略

光路図である。

【図2】図1の2次光源形成系50を示す拡大図である。

【図3】第1実施例の被照明物体上の照度分布を示す図である。

【図4】第2実施例の被照明物体上の照度分布を示す図である。

【図5】従来の照明光学装置の構成を示す概略光路図である。

【図6】従来の照明光学装置による被照明物体上の照度

分布を示す図である。

【符号の説明】

10 光源系

11 光源

12 インプットレンズ

30 コンデンサーレンズ系

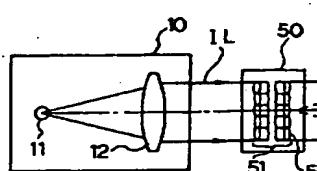
40 被照明物体

50 2次光源形成系

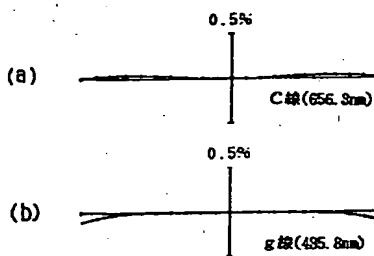
51 レンズエレメント

52 2次光源

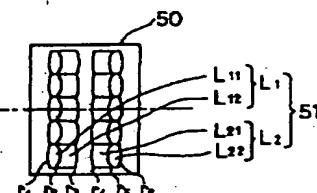
【図1】



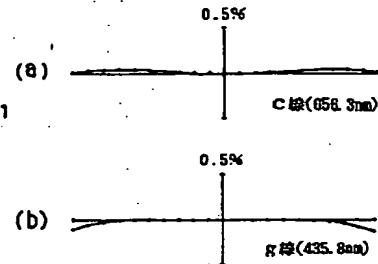
【図4】



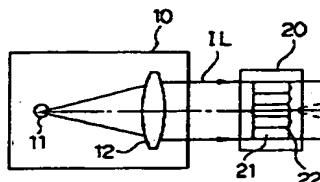
【図2】



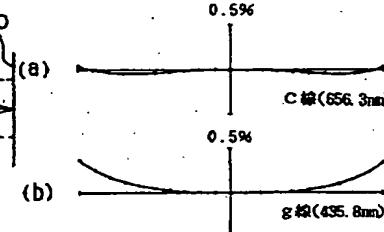
【図3】



【図5】



【図6】



(11)Publication number : 06-175028

(43)Date of publication of application : 24.06.1994

(51)Int.CI. G02B 19/00

(21)Application number : 04-323193 (71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 02.12.1992 (72)Inventor : NAMIKAWA TOSHIYUKI

UCHIDA GEN

SAITO MICHIAKI

(54) ILLUMINATION OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To illuminate a substance to be illuminated with uniform illuminance distribution even in the case the wavelength band of illuminating light used is wide.

CONSTITUTION: The illuminating light from a light source 11 is changed to nearly parallel luminous flux by an input lens 12 and made incident on a secondary light source forming system 50. The system 50 is constituted by bundling many lens elements 51, and a light beam from a secondary light source 52 formed of the respective lens elements 51 passes through a condenser lens system 30 and illuminates the object 40 to be illuminated in a superposed state. The lens element 51 has the plural lens having different dispersion.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The light source which generates the illumination light of a predetermined wavelength region, and the secondary light source means forming which comes to bundle two or more microlens elements which form the secondary light source from said illumination light, respectively, It has the condenser-lens system which condenses the illumination light from the secondary light source of a large number formed of this secondary light source means forming, respectively, and illuminates an irradiated plane in superposition. Illumination-light study equipment characterized by having formed each of two or more microlens elements which constitute said secondary light source means forming from the optical material with which two or more distributions differ, and amending chromatic aberration in said secondary light source means forming.

[Claim 2] at least one cemented lens component to which said two or more microlens elements joined the positive lens with which distributions differ mutually, respectively, and the negative lens -- having -- distribution of said positive lens -- distribution of nu 1 and said negative lens -- nu 2 \*\* -- illumination-light study equipment according to claim 1 characterized by satisfying the conditions of  $|nu1 \cdot nu2| > 5$  when carrying out.

[Claim 3] Illumination-light study equipment according to claim 2 characterized by satisfying  $0.01 < |r| /$  conditions of  $D < 5$  when setting the radius of curvature of the plane of composition of D and said cemented lens component to r for each overall length of two or more of said microlens elements.

---

#### DETAILED DESCRIPTION

---

##### [Detailed Description of the Invention]

###### [0001]

[Industrial Application] This invention is used as an illumination-light study system of a projection aligner, concerning the illumination-light study equipment for illuminating an object to homogeneity using the light source, and is suitable.

###### [0002]

[Description of the Prior Art] When manufacturing a semiconductor device, a liquid crystal display component, or the thin film magnetic head at a lithography process, the projection aligner which imprints a photo mask or the pattern image of reticle (it is hereafter named "reticle" generically) on a sensitization substrate through a projection optical system is used. In this projection aligner, in order to expose the pattern image of reticle in the good condition on a sensitization substrate, it is necessary to illuminate the reticle with the exposure light of uniform illuminance distribution. Therefore, conventionally, various kinds of illumination-light study equipments are proposed as an illumination-light study system for illuminating reticle with a uniform illuminance in a projection aligner.

[0003] Using an ultrahigh pressure mercury lamp as the light source, an example of conventional illumination-light study equipment collects the light from this light source in an ellipse mirror, and equalizes illuminance distribution with the optical integrator as one more a large number light source image formation means as indicated by JP,56-81813,A. Moreover, in order to raise the homogeneity of illuminance distribution more, the thing using two optical integrators by which serial arrangement was carried

out is also known so that it may be indicated by JP,58-147708,A.

[0004] Drawing 5 is the schematic diagram showing an example of conventional illumination-light study equipment, and the illumination light injected from the light source 11 in the light source system 10 is changed into the almost parallel illumination light IL by the input lens 12 in this drawing 5. The illumination light IL carries out incidence to the fly eye lens 20 as an optical integrator, i.e., secondary light source means forming. The fly eye lens 20 bundles many lens elements 21, and is formed, and each lens element 21 consists of a respectively single lens. The secondary light source 22 of the illumination light IL of the same number as the number of these lens element 21 is formed in a focal plane [ the fly eye lens 20 ] (irradiated object side).

[0005] The illumination light injected from much secondary light sources 22 is mostly changed into the parallel flux of light by the condenser-lens system 30, respectively, and illuminates the illuminated body (for example, reticle) 40. Since it is superimposed on the illumination light from much secondary light sources 22 on the illuminated body 40, illuminance distribution is equalized. Moreover, the wavelength band of the exposure light used with the conventional projection aligner was comparatively narrow, and chromatic aberration did not need to be taken into consideration especially in the fly eye lens 20 as an optical integrator. Therefore, even if each lens element 21 which constitutes the fly eye lens 20 was a single lens, respectively, it was satisfactory about especially chromatic aberration.

[0006] When an example of the item of the lens element 21 which consists of the single lens is shown, the focal distance  $f$  of the lens element 21 is 4.8mm, and numerical aperture (N.A.) is 0.3. Moreover, the lens element 21 is the single lens of both convexes as an example, and 7.3mm and a refractive index are [ the curvature of both sides of both this convex single lens / 2.48mm and a spacing ] 1.51680 and distribution nud. It is 64.103.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With conventional illumination-light study equipment, since the \*\*\*\*\*\*(ed) flux of light is used, the problem about the heterogeneity of the illuminance by chromatic aberration does not exist. However, when the fly eye lens of a configuration of having bundled the conventional single lens was used to the exposure light of a broadband, even if it designed the fly eye lens so that it might have good illuminance homogeneity [ near a certain wavelength ], there was inconvenience of necessarily not becoming the best conditions, in the left wavelength range.

[0008] For example, in the conventional illumination-light study equipment of drawing

5, as shown in drawing 6 (a), the illuminance distribution in the illuminated body side in C line (656.3nm) is equalized, but as shown in drawing 6 (b), the illuminance distribution in g line (435.8nm) is getting worse. Moreover, it is desirable to draw the illumination light injected from the light source on an illuminated body at high effectiveness as illumination-light study equipment.

[0009] This invention aims at offering the illumination-light study equipment with which the wavelength band of the illumination light to be used can illuminate an illuminated body top by efficient and uniform illuminance distribution as it is large in view of this point.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The illumination-light study equipment by this invention For example, the light source which generates the illumination light of a predetermined wavelength region as shown in drawing 1 and drawing 2 (11), The secondary light source means forming which comes to bundle two or more microlens elements (51) which form the secondary light source (52) from the illumination light, respectively (50), It has the condenser-lens system (30) which condenses the illumination light from the secondary light source (52) of a large number formed of secondary light source means forming (50), respectively, and illuminates an irradiated plane (40) in superposition. Each of two or more microlens elements (51) which constitute secondary light source means forming (50) is formed from the optical material (L11-L22) with which two or more distributions differ, and chromatic aberration is amended by secondary light source means forming (50).

[0011] in this case, at least one cemented lens component (L1) to which the microlens element (51) of these plurality joined the positive lens (L11) with which distributions differ mutually, respectively, and the negative lens (L12) -- having -- distribution of a positive lens (L11) -- distribution of nu 1 and a negative lens (L12) -- nu 2 \*\* -- when carrying out, it is desirable to satisfy the following conditions.

$$| \nu_1 \cdot \nu_2 | > 5 \quad (1)$$

[0012] furthermore, each overall length of the microlens element (51) of these plurality -- the radius of curvature of the plane of composition of D and its cemented lens component (L1) -- r2 \*\* -- when carrying out, it is desirable to satisfy the following conditions.

$$0.01 < |r_2| / D < 5 \quad (2)$$

[0013]

[Function] According to this this invention, the illumination light is divided into plurality, the microlens element (51) which constitutes secondary light source means

forming forms using the optical material with which two or more distributions differed paying attention to making the function of chromatic aberration amendment bear in secondary light source means forming with the function which carries out homogeneity lighting of two or more of these division light in superposition in an illuminated field, and it is made to perform chromatic aberration amendment with each microlens element (51), respectively. Therefore, even when the wavelength region of the illumination light is large, the illuminance homogeneity in an irradiated plane (40) is good, and lighting effectiveness also has it. [ good ]

[0014] Moreover, by satisfying the above-mentioned conditions (1), the effectiveness of chromatic aberration amendment becomes large substantially, by the irradiated plane (40), a large wavelength region can be covered and uniform illuminance distribution (optical intensity distribution) can be acquired. Furthermore, when the minimum of the above-mentioned conditions (2) is exceeded, it is the radius of curvature  $r_2$  of the plane of composition of a cemented lens component (L1). It is difficult to become small too much and to manufacture about [ that amendment of chromatic aberration becomes difficult ], and a cemented lens with the radius of curvature of a plane of composition small such. On the other hand, when the upper limit of the condition (2) is exceeded, the load on the aberration amendment in about [ that amendment of chromatic aberration becomes difficult ] and a condenser-lens system (30) becomes large. It becomes difficult to acquire uniform illuminance distribution on an irradiated plane (40) as the result.

[0015]

[Example] Hereafter, with reference to drawing 1 · drawing 3, it explains per 1st example of the illumination-light study equipment by this invention. Drawing 1 shows the outline configuration of the illumination-light study equipment of this example, the illumination light injected from the light source 11 of the light source system 10 is collimated by the input lens 12 in this drawing 1, and the almost parallel illumination light IL injected from the light source system 10 carries out incidence to the secondary light source formation system 50. Although it can be considered that this secondary light source formation system 50 is a kind of fly eye lens, unlike the conventional fly eye lens, each lens element 51 which constitutes the secondary light source formation system 50 consists of two or more lenses, respectively.

[0016] That is, the secondary light source formation system 50 bundles many same lens elements 51, and is constituted, and the lens element 51 consists of two or more lenses, respectively. The secondary light source 52 of the illumination light IL is formed in a focal plane, respectively the backside [ each lens element 51 which constitutes the secondary light source formation system 50 ] (illuminated body 40 side), and the

illumination light injected from much secondary light sources 52 illuminates the illuminated body 40 top in superposition through the condenser-lens system 30, respectively. These secondary light sources 52 are formed on the entrance pupil of the condenser-lens system 30, and Koehler illumination is performed on the illuminated body 40 by the illumination light from these secondary light sources 52. Thereby, the illuminance distribution of the illumination light on the illuminated body 40 is equalized. Next, an example of the item of the lens element 51 which constitutes the secondary light source formation system 50 is explained.

[0017] As drawing 2 shows the secondary light source formation system 50 of this example and shows it to this drawing 2, two or more lens elements 51 which constitute the secondary light source formation system 50 the 1st cemented lens L1 which comes to stick both the convex positive lens L11 and the negative meniscus lens L12 which turned the concave surface to the light source system 10 side in order [ side / light source system 10 ], respectively The 2nd cemented lens L2 which comes to stick a negative meniscus lens L21 and both the convex positive lens L22 It has. The 2nd latter cemented lens L2 Cemented lens L1 L2 It is related with the field of a between and is the 1st former cemented lens L1. It is symmetrical. Moreover, it is formed from the optical material with the same negative meniscus lenses L12 and L21, and is formed from the optical material with both the same convex positive lenses L11 and L22. And it differs from distribution of both the convex positive lenses L11 and L22, and distribution of negative meniscus lenses L12 and L21.

[0018] The value of the item of the lens element 51 is hung up over the following table 1. In a table 1 the radius of curvature of a page [ i-th ] (i= 1, 2, ....) lens side from the light source system 10 side  $r_i$ , A refractive index [ as opposed to / in the lens spacing of the i-th page and a \*\* (i+1) side / d line (lambda= 587.6nm) of the medium between nudi, and the i-th page and a \*\* (i+1) side for the Abbe number of the medium between di, and the i-th page and a \*\* (i+1) side ] is set to ndi. Moreover, the focal distance f of the whole system of the lens element 51 is 4.8mm, and numerical aperture (N.A.) is 0.3.

[0019]

[A table 1]

The item i of the 1st example  $r_i$   $d_i$   $nudi$   $ndi1$  + 3.8 1.5 64.103 1.516802 - 2.3 2.0 36.270 1.620043 - 6.3 1.6 1.000004 +6.3 2.0 36.270 1.620045 +2.3 1.5 64.103 1.516806-3.8

[0020] Drawing 3 shows the illuminance distribution on the illuminated body 40 at the time of illuminating the illuminated body 40 top with the illumination-light study equipment of the 1st example using the secondary light source formation system 50 which consists of lens elements 51 of a table 1. The illuminance distribution of the

direction where drawing 3 (a) is vertical to the optical axis [ illuminance distribution in case the illumination light is C line (656.3nm), and drawing 3 (b) show illuminance distribution in case the illumination light is g line (435.8nm), and / both ] centering on the optical axis of the illumination-light study equipment on the illuminated body 40 is shown. By comparing the illuminance distribution of this drawing 3 with the illuminance distribution of drawing 6 by the conventional example shows that illuminance distribution also with uniform long wavelength side or short wavelength side is acquired in this example.

[0021] Next, it explains per 2nd example of this invention. The illumination-light study equipment of this example is the same configuration as drawing 1, and the secondary light source formation system 50 consists of the same lens elements 51 as drawing 2. The item of the lens element 51 of this example is shown in the following table 2. Moreover, the focal distance f of the whole system of the lens element 51 of the 2nd example is 4.81mm, and numerical aperture (N.A.) is 0.3.

[0022]

[A table 2]

The item i of the 2nd example  $r_1 d_1 n_{d1} n_{d1} + 4.0 1.6 64.103 1.516802 \cdot 3.76 2.0 28.341$   
 $1.728253 \cdot 6.5 1.78 1.000004 +6.5 2.0 28.341 1.728255 +3.76 1.6 64.103 1.516806 \cdot 4.0$

[0023] Drawing 4 shows the illuminance distribution on the illuminated body 40 at the time of illuminating the illuminated body 40 top with the illumination-light study equipment of the 2nd example using the secondary light source formation system 50 which consists of lens elements 51 of a table 2. illuminance distribution in case the illumination light of illuminance distribution in case the illumination light of drawing 4 (a) is C line (656.3nm), and drawing 4 (b) is g line (435.8nm) -- being shown -- this example -- also setting -- a long wave -- it turns out that illuminance distribution also with uniform merit side or short wavelength side is acquired.

[0024] Moreover, although it is desirable that it is satisfied with this invention of above-mentioned conditions (1) and (2), conditions (1) and the data of each example to (2) are shown in the following table 3. In addition, the overall length D of 8.6mm and the lens element 51 of the 2nd example of the overall length D of the lens element 51 of the 1st example is 8.98mm.

[0025]

[A table 3]

Condition conversion table  $|n_{d1} \cdot n_{d2}| |n_{d5} \cdot n_{d4}| |r_2|/D$  The 1st example of  $|r_5|/D$  27.833 27.833 0.267 The 0.267 2nd example 35.762 35.762 0.419 0.419 [0026] In addition, although the wavelength band of the illumination light is a light region in the

above-mentioned example, this invention is not restricted to this, and a visible near-infrared region is sufficient as it, and it can be applied also like the illumination-light study system of the aligner of further various wavelength bands. Furthermore, although each above-mentioned example showed the example which amends chromatic aberration by constituting each lens element 51 from a cemented lens Each lens element 51 is considered as a lens configuration forward, negative, and forward triplet type. For example, the 1st fly eye lens of forward refractive power, If the configuration which has arranged the 2nd fly eye lens of negative refractive power and the 3rd fly eye lens of forward refractive power in serial is adopted, chromatic aberration can be amended even if it does not use a cemented lens.

[0027] Moreover, it cannot be overemphasized that it is desirable to consider as expansion optical-path drawing in order to make intelligible the configuration shown in drawing 1, to prepare a reflective member in a desired location, to bend an optical path in actual equipment, and to constitute the whole equipment small. Furthermore, although the lens element 51 shown in drawing 2 is premised on the configuration which combined two glass members, it may constitute these from a plastics member from which two or more distributions differ. Moreover, cemented lens L1 It really has the \*\*\*\* processing approach of shaping, and two lenses to form can also be made with one.

[0028] In addition, as for this invention, it is needless to say that configurations various in the range which is not limited to the above-mentioned example and does not deviate from the summary of this invention can be taken.

[0029]

[Effect of the Invention] According to this invention, since it has the optical material of two or more microlens elements with which two or more distributions differ, respectively, there is an advantage to which the wavelength band of the illumination light to be used can illuminate an illuminated body top by efficient and uniform illuminance distribution as it is large. Moreover, when conditions (1) are imposed, the effectiveness of chromatic-aberration amendment becomes large substantially. Furthermore, when conditions (2) are imposed, the load of chromatic-aberration amendment to a condenser-lens system can be made small.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is outline optical-path drawing showing the example of the illumination-light study equipment by this invention.

[Drawing 2] It is the enlarged drawing showing the secondary light source formation system 50 of drawing 1.

[Drawing 3] It is drawing showing the illuminance distribution on the illuminated body of the 1st example.

[Drawing 4] It is drawing showing the illuminance distribution on the illuminated body of the 2nd example.

[Drawing 5] It is outline optical-path drawing showing the configuration of conventional illumination-light study equipment.

[Drawing 6] It is drawing showing the illuminance distribution on the illuminated body by conventional illumination-light study equipment.

[Description of Notations]

10 Light Source System

11 Light Source

12 Input Lens

30 Condenser-Lens System

40 Illuminated Body

50 Secondary Light Source Formation System

51 Lens Element

52 Secondary Light Source

---

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.